

明 細 書

加圧式生物的排水浄化処理法

5 技術分野

本発明は、活性汚泥法に代表される生物的排水浄化処理技術分野に属し、さらには生物反応槽中の気体の溶解量を加圧により増大させる技術分野に属する。

10 背景技術

排水を浄化するために、活性汚泥法に代表される生物処理が広く採用されている。活性汚泥法は、微生物と酸素を利用して生物的処理を行い、排水中の有機汚染物質を活性汚泥として固定し、一部を水と炭酸ガスに分解（自己消化）して除去する方法である。

活性汚泥法などの生物的排水浄化処理工程においては、反応系に溶存酸素が不可欠であり、溶存酸素の反応系への供給が律速条件となることが多い。

反応系での生物的反応を促進させるために、空気を散気装置（バブリング）を用いて送給していた。しかし、散気装置によって処理水中に供給されるガス態の気泡粒径は非常に大きく、ガスの多くは処理水中を急速に上昇して水面から散逸

してしまい、酸素の利用効率は非常に低いものであった。

そのため、標準空気曝気に代えて酸素を富化し、あるいは純酸素曝気を採用したり、大通気量曝気を試みたりされている。従来の曝気技術では、空気などの溶解効率は、通常 5 ~ 5 6 %、良くても、10 % 程度といわれている。

難溶解性の酸素ガス等の反応ガスを溶液中に溶解させる場合、気体の溶解量は、圧力の増加につれて増大することが知られている。従来の反応槽は、大気圧下での生物反応を基本とし、圧力要因は、反応槽の水深圧（通常、有効水深 5 m、10 圧力 0.05 MPa 程度）を利用しているに過ぎない。

槽（タンク）の深さを大きくしてその水深圧を利用することも試みられたようである。ディープシャフトの深さが 40 ~ 150 m に達するものまで検討された例もある。

しかし、その深さにまで酸素ガス（空気）気泡を引き込むために、ディープシャフト内を下降させた後上昇させる被処理水の水流の流速を 2 m / sec 以上と大きくすることが必要であって、曝気動力消費量が増大し、また、漏水の心配のない地層（岩盤）の適地の少なさや、反応槽設置の工事費として過大なものが必要とされることから、酸素ガスの利用効率こそ 90 % を実現できるとされているものの、殆ど普及しなかった。

加圧反応槽の考えは必ずしも無かったわけではないが、通

常の反応槽の水深圧である 0.1 MPa の加圧により発生する荷重は、約 10 トン/m² となり、流入日量が、数万～数十万トンに達する公共下水処理場の反応槽を気密・耐圧構造にする費用は莫大であり、現在の曝気技術レベルでの酸素（空気）の利用効率を前提とする限り、加圧による改善効果は、費用対効果の面でも限界があり、採用されていない。

また、余剰活性汚泥の減容化対策として、活性汚泥法による排水処理系にオゾンガスを適用することも行われている（特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3 参照）。そこでも、ガス態の液体中への溶解・分散効率は、従来の曝気技術と大同小異であった。

本発明者は、活性汚泥法による排水浄化に関して、液体中に気体を（超）微細気泡として分散・貯留する発明をなした（特許文献 4 参照）。

そこでは、攪拌装置（特許文献 5 参照）等を利用して液体中に気体を（超）微細気泡として分散・貯蔵するので、ガス態の液体中への溶解・貯留機能は飛躍的に改善され、ガス態の利用効率はほぼ 100% 近くにまで達することができた。しかし、活性汚泥反応系は原則として大気圧下の開放形で行われる方式とされていたので、排水の浄化作用の結果として生ずる余剰汚泥の生成量を削減する面で、更なる改善が望まれている。

特許文献 1 : 特公平 5 - 8 5 2 3 6 号公報

特許文献 2 : 特開平 6 - 2 0 6 0 8 8 号公報

特許文献 3 : 特公昭 5 7 - 1 9 7 1 9 号公報

特許文献 4 : 特願 2 0 0 2 - 2 1 2 5 9 8

5 特許文献 5 : 特開平 7 - 1 2 4 5 7 7 号公報

発明の開示

生物学的排水浄化反応が加圧下で行われれば、ガス態の利用効率の更なる向上と、排水の浄化作用の結果として生ずる
10 余剰汚泥の生成量を削減する面で、更なる改善が期待され得る。

本発明は、気液混合・貯蔵させた液を反応槽中の被処理排水中に導くに際し、反応槽内を加圧状態とし、ガス態の利用効率の向上と余剰汚泥の生成量の更なる削減とを同時に期
15 ることができる反応系を提供することを課題とするものである。

本発明の加圧式生物学的排水浄化処理法は、微生物体が酸化反応及び／又は還元反応により行う浄化機能を利用して排水を生物学的に浄化する生物学的浄化処理法において、水深圧以外
20 の圧力を加えた加圧反応槽中で微生物体に浄化機能を行わせることを特徴とする。前記加圧反応槽には、処理水とともに純酸素、オゾン含有酸素（オゾン化酸素）、空気、酸素富化

空気、オゾン含有空気（オゾン化空気）及びオゾン含有（オゾン化）酸素富化空気のいずれかの反応気体（ガス）が溶存気体ないし微細気泡態の形で供給されること、前記反応槽に供給される気液は、あらかじめ気液混合機（ラインアトマイザー）により、反応ガスが溶存気体ないし微細気泡態の形で供給されること、また、前記加圧反応槽には、反応に係わる微生物の生息密度を高め、微生物を滞留させる手段として、微生物の担体を装備することが好ましい。

10 図面の簡単な説明

図1：本発明のアトマイザーとして好適に使用され得る気液ミキサーの一例を示す説明図である。

図2：本発明に最適に使用され得る気液圧送ポンプの一例を示す説明図である。

15 符号の説明

1：チューブ

2：翼盤

3：（翼盤の）弦側側縁

4：仕切板

20 6：（チューブの）内周壁

7：半球状の頭部

8：脚部

9 : 突起物

10 : ステーター

11 : ローター

X : 変流部

5 Y : 反応部

A : ローター回転中心軸

B : ステーター中心軸

Z : 流体流入側

10 発明を実施するための最良の形態

本発明は、特許文献4に詳細に開示されるラインアトマイザによって酸素を含有するガス体ないしオゾンを含有するガス体を液体中に高濃度に溶解させ、且つ貯留するガス化液体技術を用い、高圧反応槽中の被処理排水を直接ガス化液体とし、又は被処理水に高圧のガス化液体を供給して生物的反
15 応ないし化学的反応を促進し、被処理排水中の有機物を可及的にガスと水とにまで分解することを基本とする。

以下、本発明を詳細に説明する。

本発明で処理対象とする被処理排水は、分解除去すべき有機物を含むものであれば、生活排水、下水、工場排水、ヘド
20 口等を含む滞留水等、格別問わない。海水系でも可能である。

加圧反応槽としては、0.3～3MPa程度の圧力に耐え

得る容器とする。加圧反応槽は、加圧反応タンク、加圧反応塔であってもよい。形状や要領も格別問わないが、例えば、設置する加圧反応槽は、複数でも良く、必要に応じ並列、直列適宜配置することが出来る。又、反応槽の構造は、一槽式
5 横置式円筒タンクとすることも二槽式以上とすることもできる。

加圧反応槽には、被処理排水原水の入口、ガス化液体の入口、処理済みの排出液体の排出口を設ける。被処理排水原水は気液圧送ポンプでアトマイザーを経由または直接加圧反応
10 槽に供給される。排出口の先で減圧され、反応によって生じるガス（炭酸ガス等）は、減圧に際して排出液体から分離される。

排出液体は、通例通り沈殿槽（池）を経由して、またはそのまま系外に放流されて差し支えないが、必要があればさらにその他の所要の処理を施してから系外へ放流される。反応
15 によって生じるガスも、基本的には外部に放出して差し支えないが、温暖化防止の観点その他から必要があれば、二次的に処理されることもあり得る。

本発明で利用することが望ましい気液混合装置（ラインア
20 トマイザーシステム）は、ガスロック、エアロックを起こすことなく気体と液体との混合体を送給することができる気液圧送ポンプと、超音波及びキャビテーションを発生させる機

能を備えたアトマイザーと、酸素および／またはオゾンを供給する装置により構成される。

アトマイザーとしては、微細（超微細）な気泡に効率的に分散・混合し、液体中に貯留させることができるものであれば、いずれの形態のものも用いられ得る。

アトマイザーとしては、例えば、スタティック型ミキサーを多段、又は機能別に並列に用いるものでも使用可能である。アトマイザーのより好ましい例として、「オゾン反応装置」（特許文献 5 参照）に用いられている「攪拌装置」を挙げる

10. ことができる。

その攪拌装置（気液ミキサー）は、図 1 に示すようなものである。図 1 において、チューブ 1 の流体流入側 Z に、ほぼ相似形の 2 枚の半楕円形の翼盤 2 を配し、翼盤 2 の弦側側縁 3 を互いに向き合わせ、チューブの軸心に対して対称的に交差させ、交差部より流体流入側 Z に位置する 2 枚の翼盤 2 の弦側側縁 3 間を、チューブの横断面をほぼ 2 等分する三角形の仕切板 4 で閉塞し、翼盤の弧状縁部（翼盤 2 の弦側側縁 3 と反対側の縁部）をチューブ 1 の内周壁 6 に固着して形成してなる変流部 X と、該変流部 X に続くチューブ 1 の内周壁 6

15

20 に、頭頂部をチューブの軸心方向に向けた半球状の頭部 7 と、逆載頭円錐台状の脚部 8 とにより一体成形された 1 個以上の突起物 9 を、チューブ 1 の軸芯に対して放射状に配して形成

されてなる反応部 Y とにより構成される。

この攪拌装置（O H R ラインミキサーとも呼ばれる）によれば、1 基で、気体と液体とを気液ミキサーに送給できれば、気液ミキサーを通過するに要する短時間内に、気泡径 0 . 5
5 ~ 3 . 0 μ m 程度、さらには 1 n m ~ 1 , 0 0 0 n m の超微細気泡を液体中に均一に分散混合することができる。

アトマイザーへ気体と液体とを気液圧送ポンプを用いて圧送する。その場合、気体の混合割合が 3 容積 % 以上に増加しても圧送能力が低下しないものであることが望ましい。

10 液体を送給する通常のポンプは、液体に気体が混入していると、ガスロック、エアロックを起こし、送給能力が急激に低下し、混入気体が 6 ~ 8 容積 % に達すると実質的に送給不能に至る。

気体が混入した液体を圧送するポンプとして、気体の割合
15 が増加してもその圧送能力が低下しない気液圧送ポンプであればより好ましい。そのようなポンプとして、例えば、兵神装備株式会社より市販されている「モノノポンプ」がある。

「モノノポンプ」は、図 2 に示すように、断面が長円形である雌ネジ状空間が穿たれたステーター 1 0 内の雌ネジ状の空間内を、
20 ピッチの大きな螺旋状で断面が円形で螺旋状をなすローター 1 1 が回転することによって、ステーターとローターとにより形成される空隙が順次移動し、その空隙内に存在する物質が移動してい

くタイプの定量送給ポンプである。なお、図2の下方には、各位置におけるローターとステーターに穿たれた空間との関係が示されている。それによれば、ステーターに穿たれた空間の1ピッチがローターの螺旋の2ピッチに対応していることが判る。図2の
5 下方中、Aはローター回転中心軸を示し、Bはステーター中心軸を示す。

「モノポンプ」によれば、混合される気体が90容積%以下の気液混合流体も、圧送能力の低下なしに圧送が可能であり、気体と液体との混合割合、流量を調整・変動させることが自在にできる。ローターの回転速度によって単位時間当
10 りの送給量が調整できるものである。ローターを逆回転させることによって、逆送も可能である。

酸素および／またはオゾンを供給する装置としては、酸素の供給とオゾン生成とを調節できるオゾン生成機等が利用できる。例えば、誘電体上に電極を形成したオゾン発生素子と、
15 このオゾン発生素子に高周波交流電圧を印加する高周波高電圧電源を有し、オゾン発生素子に酸素含有ガスを供給しつつ、この電源の電圧および／または周波数を調整機で操作することによりオゾンの発生量が調整可能となる。

20 また、酸素を供給することを主とする工程とオゾンによる酸化分解を主とする工程として、供給する酸素およびオゾンの量を調整する酸素・オゾンサイクルジェネレーターとする

ことが可能である。

供給する酸素を含む反応性ガスは、空気でも良いし、酸素富化空気でも良いし、純酸素でも良い。オゾンの発生量をゼロとして、供給されたガスをそのまま送り出すこともできる。

- 5 ラインアトマイザーを通過する液体に圧力を加えることができる。液体にガス体を導入する前に、適宜の加圧器を設けることによって圧力を加えてもよいし、気液圧送ポンプの入口径と出口径、或いは、アトマイザーの入口径と出口径とを異ならせることによって、圧力を変化させることができる。
- 10 したがって、一般的には、ガスの溶解度は、高圧下で高くなるため、液体へのガス体の溶解に資することができる。

ガスを混入させる液体としては、排水処理系の沈殿槽（池）からの汚泥水や上澄み水を利用しても良いし、系外の清水を用いても良いし、処理すべき流入排水原水を用いても良い。

- 15 ラインアトマイザーによって液体とガスが混合された気液混合流体を、被処理排水原水に導入する。導入する位置は、加圧反応槽へ直接導入する。また、ラインアトマイザーを通して供給されるガスが、主として酸素を含有するガスと、オゾンを含むガスとで異ならせる場合には、それぞれを導入する管を加圧反応槽に複数設けることもできる。
- 20

アトマイザー中で、加圧下に溶液と所望のガスを混合し、ガス態を気泡径 $300\text{ }\mu\text{m}$ 以下の超微細気泡態化することに

より、気体の液体中への溶解速度を高め、溶存ガスとすると共に、残余のガス態を超微細気泡態として、分散・滞留・貯蔵することを可能にして反応槽中に高圧のまま送り込む。

5 残余のガス態を超微細気泡態として、分散・滞留・貯蔵して送り込むことにより、反応槽中で生物的反応や化学的反応で溶存ガスが費消されると、反応槽中に分散して存在する超微細気泡態から即座に溶存ガス化して補給供給され、溶存ガスの欠乏による反応の遅延を起こすことがない。

10 本発明は、活性汚泥法などの生物的排水処理法として、既存、新設を問わず適用することができる。特に、既設の処理施設に設置する場合は、既設の反応槽に相当する部分の適宜の個所に、小型（既存の反応槽の1/10～1/100容量程度）の加圧型の反応槽、反応タンク及び、又は反応塔（加圧反応槽により代表させている）を設置することにより、容易に実施できる。すなわち、活性汚泥法などの生物的排水処理施設のフロー中の適宜の個所に、加圧反応槽を設置し、浄化処理する排水と反応に必要な純酸素、空気等の反応ガスを混入させた気液を、反応槽に加圧・送給し、加圧反応槽中に生息・保持された微生物により捕食・分解処理する。

20 本発明は、難溶解性の酸素、空気などの反応性ガスの溶解量を増加させることができるため、急速に微生物の活性化・増殖を促進し、排水中の可溶性有機物を短時間に、捕食・分

解することができる。また、加圧反応槽を用いることによって、水深圧（0.05 MPa程度）のみを利用する在来の反応槽の容積を1/10～1/100程度に反応槽、ひいては排水処理施設を大幅に小型化できる。

- 5 本発明は、加圧反応槽中に、微生物に必要な酸素などの反応ガスが、高濃度の溶存態で、あるいは超微細気泡態で十二分に供給されることから、微生物の生息密度を高める担体を装備することにより、その効果を著しく高めることができる。
- 加圧反応槽中に、微生物の生息密度を高める担体を装備する
- 10 ことにより、加圧反応槽の容積を、担体を装備しない反応槽に比べ、著しく縮減できる。そして、反応に必要な十分な量の微生物は、担体中ないし担体周面に付着・生息するため、微生物は体加圧反応槽中に留まり、流失せず、従来の活性汚泥法のように返送汚泥によって微生物（活性汚泥）を供給する
- 15 必要もなくなる。

微生物の生息密度を高める担体としては、例えば、PVAを原料とする「クラゲール」等微生物濃度を高め、BOD除去能力を高め、高負荷排水に対応できる担体であればよい。

- 本発明は、必要によって、オゾンを含むガスを供給する
- 20 ことによって、活性汚泥の更なる分解を図ることができる。
- 微生物の自己消化に加えて、オゾンによる活性汚泥の分解が加わることによって、反応槽からの汚泥の発生を大幅に削減

することが期され、また、汚泥の発生を見ないことまでが期され得る。

本発明は、加圧反応槽を利用して加圧下で生物的反応ないし化学的反応を行わせるので、オゾン利用効率を100%と
5 することが可能であり、従って、従来の汚泥オゾン分解プロセスの如き排オゾン処理は一切必要としない。

生物的排水処理を採用する公共下水道施設の一般的なプロセスにおいて、本発明を実施する場合を例にとると、

1. 従来のタンク水深圧利用曝気槽の水深が5mの場合、水深によるタンク内圧力の平均値は0.25 kg/cm²であり、
10 空気曝気を用いた際の気体の溶解効率は約0.2%（気温20度）である。

一方、上記の条件で、本発明において加圧反応槽に5 kg/cm²の加圧を行った場合、気体の溶解効率は10%となり
15 約50倍の溶解濃度となる（ヘンリーの法則）。

2. 上記の条件において空気の代わりに90%の純酸素を用いると、215倍の酸素溶解濃度を達成することが出来る。

3. 90%純酸素曝気法の世界特許を有していたUnox法は、表面曝気方法であったため、酸素溶解に長時間を要していたが、本発明では数十倍の速度での溶解が可能となり、反
20 応槽を従来法に比して数十分の一～数百分の一に小型化することが可能となり、設置スペース、建設コストが大幅に削減

される。

4. 上記溶解効率の増加は、酸素・オゾン製造動力、曝気動力の節約となり、省エネルギー及びコスト削減効果を実現する。

5 産業上の利用可能性

本発明によれば、酸素などの超微細気泡化ガス態の混入を、加圧反応槽の利用によって、混入速度及び混入量ともに著しく増進させ、酸素などの反応ガスの生物的反応ないし化学的反応が著しく促進され、その結果として排水処理施設を大幅に小型化でき、排水処理技術に加圧反応槽を採り入れることが現実に可能となった。

請 求 の 範 囲

- 1 . 微生物体が酸化反応及び／又は還元反応により行う浄
5 化機能を利用して排水を生物的に浄化する生物的浄化処理法
において、水深圧以外の圧力を加えた加圧反応槽中で微生物
体に浄化機能を行わせることを特徴とする加圧式生物的排水
浄化処理法。
- 10 2 . 前記加圧反応槽には、処理水とともに純酸素、オゾン含有
酸素（オゾン化酸素）、空気、酸素富化空気、オゾン含有空気（オ
ゾン化空気）及びオゾン含有（オゾン化）酸素富化空気のいずれ
かの反応気体（ガス）が供給される請求項1に記載の加圧式生物
的排水浄化処理法。
- 15 3 . 前記反応槽に供給される気液は、あらかじめ気液混合機（ラ
インアトマイザー）により、反応ガスが溶存気体ないし微細気泡
態の形で供給される請求項1に記載の加圧式生物的排水浄化処理
法。
- 20 4 . 前記反応槽に供給される気液は、あらかじめ気液混合機（ラ
インアトマイザー）により、反応ガスが溶存気体ないし微細気泡

態の形で供給される請求項 2 に記載の加圧式生物的排水浄化処理法。

5 . 前記加圧反応槽には、反応に係わる微生物の生息密度を高め、微生物を滞留させる手段として、微生物の担体を装備する請求項 1 に記載の加圧式生物的排水浄化処理法。

6 . 前記加圧反応槽には、反応に係わる微生物の生息密度を高め、微生物を滞留させる手段として、微生物の担体を装備する請求項 2 に記載の加圧式生物的排水浄化処理法。

7 . 前記加圧反応槽には、反応に係わる微生物の生息密度を高め、微生物を滞留させる手段として、微生物の担体を装備する請求項 3 に記載の加圧式生物的排水浄化処理法。

[2004年8月25日(25.08.04)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲1-4は補正された；出願当初の請求の範囲5-7は取り下げられた。(2頁)]

1. (補正後) 生物体が酸化反応及び／又は還元反応により行う浄化機能を利用して排水を生物的に浄化する生物的排水浄化処理法において、

反応槽外であらかじめ、ラインアトマイザーにより、加圧下で、酸素を含む反応性ガスを、一部を瞬時に溶解し、溶存態となし、残余を微細気泡態化し、溶液中に分散・貯蔵する『ガス化溶液』を生成し、

該『ガス化溶液』を前記反応槽に供給することにより、好気性微生物に酸素等の反応性ガスを供給し、

前記反応槽に供給された『ガス化溶液』中の溶存態ガス濃度の低下速度を低減させるように加圧状態を保って、

前記加圧反応槽中で微生物体に浄化機能を行わせることを特徴とする加圧式生物的排水浄化処理法。

2. (補正後) 前記反応槽中に、微生物の生息密度を高め、微生物を保持し、微生物の流出を防ぐ機能を有する担体を装備する請求項1に記載の加圧式生物的排水浄化処理法。

3. (補正後) 前記反応槽の加圧状態の程度が、前記ライン・アトマイザーの出口圧力以下である請求項1に記載の加圧式生物的排水浄化処理法。

4. (補正後) 前記反応槽の加圧状態の程度が、前記ライン・アトマイザーの出口圧力以下である請求項2に記載の加圧式生物的排水浄化処理法。

5. (削除)

6. (削除)

7. (削除)

条約 19 条に基づく説明書。

請求の範囲第 1 項は、補正前の請求の範囲第 1 項と同第 2 項とを合体し、発明の内容を減縮し、明確にしたものです。

引用文献 1 は、

- a. 「容器」内でのみ「酸素」を溶解させている、
 - b. 導入された“ガス”の気泡は大きく、その気泡の浮上力を利用して攪拌が行われている、
 - c. 導入された“ガス”の多くは、「容器」通過後に系外に排出される、
- ものであるといえます。

これに対して、本件発明は、

- A. 反応槽外であらかじめ、ラインアトマイザーにより、『ガス化溶液』を生成し、前記反応槽に供給するものであること、
 - B. 反応槽中では、『ガス化溶液』となっている反応性ガスは、微細気泡態となっており、系外への排出は、可能な限り排除されていること、
 - C. 反応槽を加圧状態とするのは、過飽和にまで溶存態化した反応性ガスの飽和への溶存態ガス濃度の低下速度を低減し長時間化するためのものであって、引用文献 1 のような、溶存態ガス濃度の低い液体中に“酸素”を新たに溶かし込むものではないこと、
- です。

このように、本件発明と引用文献 1 に記載された発明とは、難溶性“ガス”（＝酸素等）の溶存態化において相違し、その加圧する目的が相違するのですから、本件発明に対して、引用文献 1 を、「当該文献のみで新規性または進歩性がない」ものとするとはできないものと思料されます。

引用文献 2 は、本件明細書中に「特許文献 4」として引用するもので、「ラインアトマイザー」を利用した「活性汚泥法におけるラインアトマイジング排水処理法」が記載されていますが、“反応槽を加圧状態とする”点に関する記載は全く存在せず、排水処理の更なる効率化を目指して、本発明者＝出願人が新たに構想・完成したものです。

したがって、加圧の目的、加圧下での酸素ガスの挙動において異なる引用文献 1 と、加圧を全く想定していない引用文献 2 とに基づいて、「当業者にとって自明の組み合わせによって進歩性がないと考えられるもの」とすることはできないものと思料されます。

請求の範囲第 2 項は、基本的に、補正前の請求の範囲第 4 項ないし同請求の範囲第 7 項を 1 項に纏めたものです。

請求の範囲第 3 項は、本件明細書第 6 頁第 2 2 行～同第 7 頁第 1 行の記載、および、本件明細書で特許文献 4 として引用した「特願 2 0 0 2 - 2 1 2 5 9 8＝特開 2 0 0 4 - 5 0 0 9 2」の記載

とを対比して、反応槽の加圧状態の程度を新たに規定したものです。

請求の範囲第4項は、請求の範囲第3項と同趣旨です。

以上、この補正は、出願当初の明細書の記載の範囲内の補正であり、新規事項を追加するものではありません。

第2図

